

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/410

In re patent application of

Tae-wan KIM, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: GAS INJECTION APPARATUS FOR SEMICONDUCTOR PROCESSING SYSTEM

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

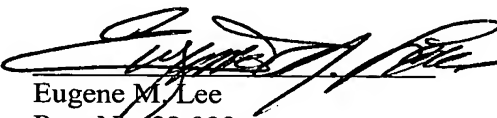
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-71047, filed November 15, 2002.

Respectfully submitted,

November 17, 2003
Date



Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0071047
Application Number PATENT-2002-0071047

출원년월일 : 2002년 11월 15일
Date of Application NOV 15, 2002

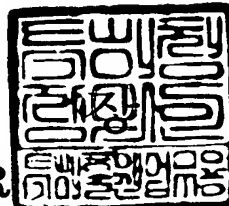
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 01 월 06 일 52

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0015
【제출일자】	2002.11.15
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치
【발명의 영문명칭】	Gas injection apparatus for semiconductor processing system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김태완
【성명의 영문표기】	KIM, Tae Wan
【주민등록번호】	620804-1046711
【우편번호】	431-737
【주소】	경기도 안양시 동안구 비산3동 비산삼호아파트 4동 808호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	톨마체프 유리
【성명의 영문표기】	TOLMACHEV, Yuri
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을 주공아파트 158동 1303호
【국적】	RU

【발명자】

【성명의 국문표기】 마동준
【성명의 영문표기】 MA,Dong Joon
【주민등록번호】 581119-1055612
【우편번호】 430-019
【주소】 경기도 안양시 만안구 안양9동 762-2 프라자아파트 6동 1108호
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 나발라 세르기 야고블레비키
【성명의 영문표기】 NAVALA,Sergiy Yakovlevich
【주소】 경기도 수원시 팔달구 매탄4동 동남아파트 3동 1212호
【국적】 RU

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
 리인 이영
 필 (인) 대리인
 이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 10 면 10,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 39,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

반도체 처리 시스템의 반응챔버 내부로 반응가스를 주입하기 위한 가스 주입 장치가 개시된다. 개시된 가스 주입 장치는, 반응챔버의 벽의 내면에 접촉되도록 설치되며 반응챔버 내부로 반응가스를 분배하여 주입하는 다수의 노즐이 관통 형성된 인젝터와, 반응챔버의 벽을 관통하여 설치되는 가스 유입구와, 반응챔버의 벽과 인젝터 사이에 마련되어 가스 유입구를 통해 유입된 반응가스를 다수의 노즐 각각까지 공급하는 매니폴드를 구비한다. 그리고, 매니폴드는 가스 유입구로부터 다수의 노즐 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하도록 복수의 레벨로 배열된 가스채널들로 구성된다. 이와 같은 구성에 의하면, 다수의 노즐 각각을 통해 반응챔버 내부로 주입되는 반응가스의 유량이 균일하며, 반응챔버의 크기나 가스 압력 및 유량에 의해 제한을 받지 않고 다양한 종류의 반도체 처리 시스템에 채용될 수 있는 가스 주입 장치를 구현할 수 있다.

【대표도】

도 3a

【명세서】

【발명의 명칭】

반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치{Gas injection apparatus for semiconductor processing system}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 반도체 처리 시스템에 사용되는 종래의 링 형상의 가스 주입 장치의 일례를 도시한 부분 절개 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 가스 주입 장치에 있어서 각 노즐에서의 가스 압력과 가스 유량을 보여주는 그래프이다.

도 3a는 본 발명에 따른 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치의 기본적인 구성을 도시한 도면이다.

도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 확대 단면도이다.

도 4는 본 발명에 따른 가스 주입 장치에 있어서 각 노즐에서의 가스 압력과 가스 유량을 보여주는 그래프이다.

도 5 내지 도 9는 본 발명의 제1 내지 제5 실시예에 따른 가스 주입 장치와 이를 채용한 플라즈마 처리 시스템을 도시한 수직 단면도들이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

110, 210, 310, 410...가스 유입구 120, 220, 320, 420...매니폴드

121~124, 221~224, 321~324, 421~424...가스채널

130, 230, 330, 430...노즐 140, 240, 340, 440...인젝터

180,280...반응 챔버	182,282...상부벽
183...측벽	182a,183a...홈
184,284...정전척	186,286...플라즈마 소스
188,288...진공흡입구	350,450...지지부재
560...샤워헤드 방식의 인젝터	

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<16> 본 발명은 반도체 처리 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 반도체 기판이 장입된 반응 챔버의 내부에 기판의 처리를 위한 반응가스를 주입하는데 사용되는 가스 주입 장치에 관한 것이다.

<17> 현재 반도체 소자나 평판 디스플레이 장치(flat display panel) 등의 제조를 위한 반도체 기판의 미세가공공정에는 플라즈마 처리 시스템 또는 마그네트론 스퍼터링 시스템과 같은 반도체 처리 시스템이 많이 사용되고 있다. 예컨대, 화학기상증착(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의해 기판 상에 소정 물질층을 증착하기 위한 시스템으로서 플라즈마 화학기상증착(PECVD; Plasma Enhanced CVD) 시스템 또는 고밀도플라즈마 화학기상증착(HDP-CVD; High Density Plasma CVD) 시스템이 많이 사용되고 있으며, 물리적 기상증착(PVD; Physical Vapor Deposition)에 의해 기판 상에 소정 물질층을 증착하기 위한 시스템으로서 마그네트론 스퍼터링 시스템이 널리 사용되고 있다.

- <18> 이러한 반도체 처리 시스템들은 다양한 반도체 처리 공정의 특성에 따라 이에 적합하도록 개발되고 있다. 특히, 최근의 반도체 처리 시스템의 개발에 있어서 가장 큰 주안점은 수율의 향상을 위한 기판의 대면적화 추세에 부응하는 것이다. 즉, 기존의 200mm 웨이퍼에서 최근의 300mm 웨이퍼로의 대면적화에 따른 웨이퍼 처리 공정의 균일도 향상은 가장 먼저 해결되어야 하는 요소기술이 되고 있다. 이를 위해서는, 먼저 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치를 통해 반응챔버 내부로 주입되는 반응가스가 반응챔버 내부에 균일하게 분배될 수 있도록 하여야 한다.
- <19> 따라서, 가스 주입 장치를 통한 가스 분배에 있어서의 균일성을 확보하기 위하여 다양한 형태의 가스 주입 장치들이 개발되어 왔다.
- <20> 그 일례로서, 미국 특허 US 5,522,931호에는 기판에 대해 수직방향으로 다수의 레벨에 위치한 다수의 노즐을 포함하는 가스 주입 장치가 개시되어 있다. 높은 레벨에 위치한 가스 공급 노즐은 낮은 레벨에 위치한 가스 공급 노즐에 비해 반응 챔버의 중심쪽으로 보다 길게 연장되어 있다. 이러한 가스 주입 장치는 균일한 가스 분배를 성취하는데 효과적일 수 있으나, 반면에 다수의 노즐의 반응 챔버 내부쪽으로 연장된 부분에 의해 기판쪽으로는 이온 플럭스가 방해되는 문제점이 있다.
- <21> 다른 예로서, 미국 특허 US 6,432,831호에는 샤워헤드 형상의 가스 주입 장치가 개시되어 있다. 이러한 가스 주입 장치에 있어서, 샤워헤드로의 가스의 공급은 샤워헤드의 배면에서의 균일한 가스 압력 분포를 위해 배플들(baffles)과 홀들(holes)을 통해 이루어진다. 또 다른 예로서, 미국 특허 US 6,415,736호에도 샤워헤드 형상의 가스 주입 장치가 개시되어 있다. 여기에서는, 배플 플레이트에 마련되는 홀들을 다양한 크기로 형성함으로써 샤워헤드 배면에서의 균일한 가스 압력 분포를 얻을 수 있도록 되어 있다. 그

리나, 이러한 시스템을 넓은 범위의 가스 압력과 가스 유량에 적합하도록 최적화시키는 것은 매우 어렵다. 그리고, 샤워헤드 형상의 가스 주입 장치는 평행판 플라즈마 반응기(parallel plate plasma reactor)에만 적합할 뿐 마그네트론 스퍼터링 시스템에는 적용될 수 없는 문제점이 있다.

<22> 또한, ECR(Electron Cyclotron Resonance) 플라즈마 반응기에 있어서, 반응 챔버의 상부에 설치되는 샤워헤드는 마이크로웨이브의 전파(propagation)를 방해한다. 따라서, 이 경우 그리고 다른 실제적인 경우에 있어서 링 형상의 가스 주입 장치가 많이 사용되고 있으며, 도 1에는 그 일례가 도시되어 있다.

<23> 도 1에 도시된 가스 주입 장치(10)는 링 형상으로 되어 있으며, 그 내부에는 반응 가스가 통과하는 채널(14)이 형성되어 있고, 그 외주면에는 채널(14)과 연통된 가스 유입구(gas inlet, 12)가 마련되어 있으며, 그 내주면에는 채널(14)과 연통되어 반응챔버 내부로 가스를 주입하기 위한 다수의 노즐(16)이 마련되어 있다. 상기 다수의 노즐은 (16)은 가스 주입 장치(10)의 내주면을 따라 등간격으로 배치되어 있다.

<24> 그런데, 상기한 바와 같은 가스 주입 장치(10)에 있어서, 가스 유입구(12)로부터 가스채널(14)을 통해 각 노즐(16)로 이어지는 가스 경로(gas path)가 형성되며, 이러한 가스 경로의 길이는 다수의 노즐(16)에 있어서 각각 다르게 된다. 이와 같은 가스 경로의 차이는 반응가스와 가스채널(14) 벽면과의 마찰에 의한 압력 강하(pressure drop)에 의해 각 노즐(16)에서의 반응가스의 압력 차이를 발생시키고, 이에 따라 각 노즐(16)을 통한 가스 유량(flow rate)의 불균일을 초래하게 된다.

<25> 도 2에는 도 1에 도시된 가스 주입 장치에 있어서, 각 노즐에서의 가스 압력과 가스 유량을 보여주는 그래프이다. 도 2의 그래프에서, 가스 유입구에는 0의 번호를 붙였

고, 각 노즐에는 가스 유입구로부터 가스 주입 장치의 내주면을 따라 배열된 순서대로 1에서 16까지의 번호를 붙였다.

<26> 그리고, 도 2의 그래프는 반응챔버 내부 압력 10 mTorr 하에서 O_2 가스를 100 SCCM(Standard Cubic Centimeters per Minute)의 유량으로 유입시켰을 때의 가스 압력과 유량을 계산한 결과를 나타낸 것이다. 이 때, 각 가스채널은 1x4mm의 사각형 단면을 가지고, 노즐은 0.5mm의 직경과 2mm의 길이를 가지며, 가스채널의 직경은 241mm로 설정되었다.

<27> 도 2의 그래프를 보면, 가스 압력은 가스 유입구로부터 멀어질수록, 즉 가스 경로의 길이가 길수록 낮아지게 되고, 이에 따라 가스 유입구와 가장 가까운 곳에 위치한 노즐에서의 가스 유량은 가장 먼 곳에 위치한 노즐에서의 가스 유량에 비해 대략 4배 정도 많음을 알 수 있다. 이와 같이 종래의 링 형상의 가스 주입 장치에서는, 가스 유입구로부터 가스채널을 통해 각 노즐까지 이어지는 가스 경로의 길이의 차이에 기인하여, 각 노즐에서의 가스 압력과 가스 유량이 매우 불균일하게 된다.

<28> 가스 주입 장치의 설계는 기판 처리 공정의 균일도에 큰 영향을 미치게 되며, 가스 주입 장치의 크기가 커질수록 그리고 가스 채널의 단면적이 작아질수록 가스 분배에 있어서의 불균일성은 더욱 심해지게 된다는 것은 잘 알려져 있다. 한편, 전술한 바와 같이 이온 플럭스나 마이크로웨이브의 전파를 방해하지 않도록 하기 위해서는 가스 주입 장치는 가능한 한 얇거나 반응챔버의 벽 내로 몰입되는 것이 바람직하다. 이와 같이, 구조적으로는 좁은 단면적의 가스 채널이 필요하게 되나, 좁은 단면적의 가스 채널을 가진 대형의 가스 주입 장치에 있어서는 균일한 압력 분배에 있어서 문제점이 발생하게 된다.

<29> 따라서, 최근에 웨이퍼의 크기가 대형화되어 가는 추세에 있어서, 종래의 가스 주입 장치로는 반응 챔버 내부로의 가스 분배의 균일성을 확보하기가 더욱 더 어려워지고 있으며, 이는 반도체 기판의 처리 공정의 균일도를 저하시켜 반도체 소자의 품질이나 수율을 현저하게 떨어뜨리게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<30> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 그 일 목적은 반응 챔버 내부로 주입되는 반응가스의 균일한 분배를 위해 가스 유입구로부터 다수의 노즐 각각까지의 가스 경로의 길이가 동일하도록 배열된 매니폴드를 가진 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치를 제공하는데 있다.

<31> 그리고, 본 발명의 다른 목적은 PECVD, HDP-CVD 및 마그네트론 스퍼터링 시스템 등 다양한 종류의 반도체 처리 시스템에 채용될 수 있는 가스 주입 장치를 제공하는데 있다.

<32> 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 반응챔버의 크기와 가스 압력 및 유량에 의해 제한을 받지 않고 반응가스의 균일한 분배를 이룰 수 있어서 대형의 반응챔버를 가진 반도체 처리 시스템에 채용될 수 있는 가스 주입 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<33> 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,

<34> 반도체 처리 시스템의 반응챔버 내부로 반응가스를 주입하기 위한 가스 주입 장치에 있어서,

- <35> 상기 반응챔버의 벽의 내면에 접촉되도록 설치되며, 상기 반응챔버 내부로 반응가스를 분배하여 주입하는 다수의 노즐이 관통 형성된 인젝터;
- <36> 상기 반응챔버의 벽을 관통하여 설치되는 가스 유입구; 및
- <37> 상기 반응챔버의 벽과 상기 인젝터 사이에 마련되어 상기 가스 유입구를 통해 유입된 반응가스를 상기 다수의 노즐 각각까지 공급하는 매니폴드;를 구비하며,
- <38> 상기 매니폴드는 상기 가스 유입구로부터 상기 다수의 노즐 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하도록 복수의 레벨로 배열된 가스채널들로 구성되어, 상기 다수의 노즐 각각을 통해 상기 반응챔버 내부로 주입되는 반응가스의 유량이 균일하도록 된 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치를 제공한다.
- <39> 여기에서, 상기 복수 레벨의 가스채널들 중 하위 레벨의 가스채널들은 차상위 레벨의 가스채널의 양단부로부터 양쪽으로 동일한 길이를 가진 두 개의 가지로 갈라져 형성되며, 최상위 레벨의 가스채널은 상기 가스 유입구와 연결되는 부위로부터 양쪽으로 동일한 길이를 가진 두개의 가지로 갈라져 형성되고, 최하위 레벨의 가스채널들의 양단부 각각에 상기 노즐이 연결되는 것이 바람직하다.
- <40> 상기 반응챔버의 벽의 내면에는 홈이 형성되고, 상기 인젝터는 상기 홈 내부에 삽입되는 것이 바람직하다.
- <41> 상기 가스채널들은 상기 인젝터의 상기 반응챔버의 벽의 내면과 접촉되는 면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성될 수 있다.

- <42> 한편, 상기 가스채널들은 상기 반응챔버의 벽의 내면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 인젝터는 세라믹과 같은 유전체 라이너로 이루어질 수 있다.
- <43> 상기 노즐들의 출구들은 상기 인젝터의 상기 반응챔버의 내부를 향한 면에 원주방향을 따라 등간격으로 배열되는 것이 바람직하다.
- <44> 본 발명의 제1 실시예에 의하면, 상기 인젝터는 평판 링 형상을 가지며, 상기 반응챔버의 상부벽의 저면에 접촉되도록 설치될 수 있다.
- <45> 상기 제1 실시예에 있어서, 상기 가스채널들은 상기 인젝터의 바깥쪽부위에서 안쪽부위로 가면서 상위 레벨에서 하위 레벨로 배열되는 것이 바람직하다.
- <46> 본 발명의 제2 실시예에 의하면, 상기 인젝터는 실린더 형상을 가지며, 상기 반응챔버의 측벽의 내면에 접촉되도록 설치될 수 있다.
- <47> 본 발명의 제3 실시예에 의하면, 상기 인젝터는 원뿔 형상을 가지며, 상기 반응챔버의 상부벽의 경사진 내면에 접촉되도록 설치될 수 있다.
- <48> 상기 제2 및 제3 실시예에 있어서, 상기 가스채널들은 상기 인젝터의 아래쪽부위에서 위쪽부위로 가면서 상위 레벨에서 하위 레벨로 배열되는 것이 바람직하다.
- <49> 그리고, 상기 가스 주입 장치는 상기 반응챔버의 상부에 설치되어 상기 반응챔버의 중심부쪽으로 상기 반응가스를 주입하는 샤워헤드 방식 인젝터를 더 구비할 수 있다.
- <50> 이와 같은 구성에 의하면, 가스 유입구로부터 다수의 노즐 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하여 각 노즐을 통해 반응챔버로 주입되는 가스의 유량이 균일하며, 반응챔버의 크기나 가스 압력 및 유량에 의해 제한을 받지 않고 다양한 종류의

반도체 처리 시스템, 예컨대 플라즈마 처리 시스템 뿐만 아니라 마그네트론 스퍼터링 시스템에도 채용될 수 있는 가스 주입 장치를 구현할 수 있다.

<51> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.

<52> 도 3a는 본 발명에 따른 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치의 기본적인 구성을 도시한 도면이며, 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 확대 단면도이다.

<53> 도 3a와 도 3b를 함께 참조하면, 본 발명에 따른 가스 주입 장치는, 외부로부터 반응가스가 유입되는 통로인 가스 유입구(gas inlet, 110)와, 반응챔버 내부로 반응가스를 주입하는 다수의 노즐(130)과, 상기 가스 유입구(110)로부터 상기 다수의 노즐(130) 각각까지 반응가스를 공급하는 매니폴드(120)를 구비한다. 그리고, 상기 매니폴드(120)는 가스 유입구(110)로부터 다수의 노즐(130) 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하도록 구성된다. 이를 위해, 상기 매니폴드(120)는 복수의 레벨로 배치된 가스 채널들(121, 122, 123, 124)을 구비한다.

<54> 상기 가스 유입구(110)는 반응챔버의 벽을 관통하여 형성되며, 상기 다수의 노즐(130)은 반응챔버의 벽의 내면에 밀착되도록 설치되는 링 형상의 인젝터(140)에 형성된다. 상기 매니폴드(120)의 가스채널들(121, 122, 123, 124)은 인젝터(140)와 반응챔버의 벽과의 사이에 형성된다. 구체적으로, 가스채널들(121, 122, 123, 124)은 인젝터(140)의 일측면, 즉 반응챔버의 벽의 내면과 접촉되는 면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성될 수 있다. 한편, 후술하는 바와 같이 가스채널들은 반응챔버의 벽의 내면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성될 수도 있다.

- <55> 상기 다수의 노즐(130)은 최하위 레벨의 가스채널들(124) 각각의 양단부로부터 반응챔버의 내부쪽으로 인젝터(140)를 관통하여 형성된다. 즉, 상기 다수의 노즐(130) 각각의 입구는 최하위 레벨의 가스채널(124)에 연통되고, 그 각각의 출구는 반응챔버 내부를 향하여 열려져 있다. 그리고, 상기 다수의 노즐(130) 각각의 출구는 인젝터(140)의 타측면, 즉 반응챔버의 내부를 향한 면에 원주방향을 따라 등간격으로 배열된다.
- <56> 상기 가스채널들(121, 122, 123, 124)은 전술한 바와 같이 복수의 레벨로 배치되며, 바람직하게는 도시된 바와 같이 4개의 레벨로 배치될 수 있다. 최상위 레벨인 제1 레벨에 배치된 제1 가스채널(121)은 가스 유입구(110)로부터 양쪽으로 갈라지며, 갈라진 두 개의 가지(branch)는 각각 원주방향으로 동일한 길이로 연장된다. 제2 레벨에 배치된 제2 가스채널(122)은 제1 가스채널(121)의 양단부 각각으로부터 다시 양쪽으로 갈라지며, 갈라진 두 개의 가지는 각각 원주방향으로 동일한 길이로 연장된다. 제3 레벨에 배치된 제3 가스채널(123)은 제2 가스채널(122)의 양단부 각각으로부터 또 다시 양쪽으로 갈라지며, 갈라진 두 개의 가지는 각각 원주방향으로 동일한 길이로 연장된다. 최하위 레벨인 제4 레벨에 배치된 제4 가스채널(124)도 위와 동일한 방식으로 배치된다. 그리고, 상기 제4 가스채널(124) 각각의 양단부에 상기한 바와 같이 노즐(130)이 배치된다. 도시된 바와 같이 가스채널들(121, 122, 123, 124)의 레벨의 수가 4인 경우에, 노즐들(130)의 수는 2^4 개, 즉 16개가 되며, 레벨의 수가 n 인 경우에는 노즐(130)의 수는 2^n 개가 된다. 이와 같이 복수의 레벨로 배치된 가스채널들(121, 122, 123, 124)로 인해 가스 유입구(110)로부터 다수의 노즐(130) 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하게 된다.

- <57> 도 4는 본 발명에 따른 가스 주입 장치에 있어서 각 노즐에서의 가스 압력과 가스 유량을 보여주는 그래프이다. 도 4의 그래프에서, 가스 유입구에는 0의 번호를 붙였고, 제1 레벨의 가스채널의 양단부에는 a1과 a2, 제2 레벨의 가스채널들 각각의 양단부에는 b1에서 b4까지, 제3 레벨의 가스채널들 각각의 양단부에는 c1에서 c8까지의 번호를 붙였으며, 각 노즐에는 가스 유입구로부터 인젝터의 내측면에 원주방향을 따라 배열된 순서대로 1에서 16까지의 번호를 붙였다.
- <58> 그리고, 도 4의 그래프는, 도 2에 도시된 그래프와의 비교를 위해 이와 동일한 조건, 즉 반응챔버 내부 압력 10 mTorr 하에서 O_2 가스를 100 SCCM의 유량으로 유입시켰을 때의 본 발명에 따른 가스 주입 장치에서의 가스 압력과 유량을 계산한 결과를 나타낸 것이다. 그리고, 각 가스채널은 1x4mm의 사각형 단면을 가지고, 노즐은 0.5mm의 직경과 2mm의 길이를 가지며, 각 레벨의 가스채널들의 직경은 각각 282mm, 268mm, 255mm, 241mm로 설정되었다.
- <59> 도 4의 그래프를 보면, 가스와 가스채널의 내측 벽면과의 마찰로 인한 압력 강하로 인해 가스 유입구로부터 가스 경로를 따라 멀어질수록 가스 압력은 낮아지게 되나, 가스 유입구로부터의 각 레벨의 가스채널의 양단부 각각까지의 가스 경로들의 길이가 모두 동일하므로 각 가스 경로에서의 압력 강하도 동일하게 이루어지게 된다. 따라서, 각 레벨의 가스채널의 양단부 각각에서의 가스 압력은 동일하고, 마찬가지로 다수의 노즐 각각에서의 가스 압력은 모두 동일하게 된다. 이에 따라, 다수의 노즐 각각을 통해 반응챔버 내부로 주입되는 가스 유량도 모두 동일함을 알 수 있다. 도시된 바와 같이, 가스 유입구를 통해 유입되는 가스의 유량이 100 SCCM인 경우에는, 16개의 노즐 각각을 통해 반응챔버 내부로 주입되는 가스 유량은 $100/16$, 즉 6.25 SCCM이 된다.

<60> 그리고, 위에서 가스 유입구를 통해 유입되는 가스 유량은 100 SCCM으로, 반응챔버 내부 압력은 10 mTorr로 가정하였다. 이는 HDP-CVD 시스템에 있어서 전형적인 것이다. 그러나, 가스 유량이나 반응챔버 내부 압력이 달라지더라도 본 발명에 따른 가스 주입 장치를 통해 반응챔버 내부로 주입되는 반응가스의 분배는 균일하게 유지될 수 있다. 또한, 가스 주입 장치의 각 레벨의 가스채널의 직경이 달라지더라도, 상기한 바와 같은 가스채널들의 배열 구조에 의해 반응가스의 균일한 분배는 유지된다. 따라서, 본 발명에 따른 가스 주입 장치는 반응챔버의 크기와 가스 압력 및 유량에 의해 제한을 받지 않고 반응가스의 균일한 분배를 이룰 수 있어서, 대형의 반응챔버를 가진 반도체 처리 시스템에도 용이하게 채용될 수 있다.

<61> 그리고, 다수의 노즐 각각까지 이르는 가스 경로들 사이에 균일한 압력 분포가 이루어져 각각의 가스 경로 내에서 가스 성분들이 균일하게 혼합될 수 있으므로, 하나의 가스 주입 장치를 통해 두 가지 또는 그 이상의 가스 혼합물을 반응챔버 내에 균일하게 분배하여 주입할 수 있다.

<62> 이하에서는, 도 5 내지 도 9를 참조하며 본 발명에 따른 가스 주입 장치의 바람직한 실시예들을 설명하기로 한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 가리킨다.

<63> 도 5에는 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 주입 장치가 도시되어 있다. 도 5에 도시된 제1 실시예는 도 3a에 도시된 가스 주입 장치가 변형 없이 그대로 플라즈마 처리 시스템에 적용된 예이다.

<64> 플라즈마 처리 시스템은, 그 내부에 플라즈마 형성 공간이 마련된 반응챔버(180)를 구비한다. 반응챔버(180)의 내부는 진공상태로 유지되며, 이를 위해 반응챔버(180)의 바

벽(181)에는 진공펌프(미도시)에 연결되는 진공흡입구(188)가 형성된다. 반응챔버(180)의 하부에는 기판, 예컨대 웨이퍼(W)를 지지하는 정전척(184)이 마련되며, 반응챔버(180)의 상부에는 반응챔버(180) 내부로 주입된 반응가스를 이온화하여 플라즈마를 생성시키는 플라즈마 소스(186)가 마련된다. 한편, 마그네트론 스퍼터링 시스템인 경우에는, 상기 플라즈마 소스(186)는 마그네트론 전으로 대체될 수 있다.

<65> 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 주입 장치는, 반응챔버(180)의 상부벽(182)을 관통하여 설치되는 가스 유입구(110)와, 상부벽(182)의 저면에 부착되는 평판 링 형상의 인젝터(140)를 구비한다. 상기 인젝터(140)에는 복수의 레벨로 배열된 가스채널들(121, 122, 123, 124)로 이루어진 매니폴드(120)와 다수의 노즐(130)이 마련된다. 상기 가스채널들(121, 122, 123, 124)은 인젝터(140)의 바깥 부위에서 안쪽부위로 가면서 상위 레벨에서 하위 레벨로 배열된다. 상기 가스 주입 장치의 상세한 구성과 그 작용 및 효과는 전술한 바와 같다.

<66> 그리고, 본 발명에 따른 가스 주입 장치의 인젝터(140)는, 도시된 바와 같이 반응챔버(180)의 상부벽(182) 저면에 형성된 홈(182a) 내부에 삽입되어 설치된다. 따라서, 반응챔버(180) 내부로 돌출된 부분이 없으므로 플라즈마 소스(186)로부터 웨이퍼(W)쪽으로 향하는 이온 플럭스를 방해하지 않는다.

<67> 도 6에는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 주입 장치가 도시되어 있다. 도 6에 도시된 제2 실시예는 도 3a에 도시된 가스 주입 장치의 인젝터가 실린더 형상으로 변형되어 플라즈마 처리 시스템에 적용된 예이다.

<68> 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 주입 장치는, 반응챔버(180)의 측벽(183)을 관통하여 설치되는 가스 유입구(210)와, 측벽(183)의 내면에 부착되는 실린더 형상의 인젝

터(240)를 구비한다. 상기 인젝터(240)에는 복수의 레벨로 배열된 가스채널들(221, 222, 223, 224)로 이루어진 매니폴드(220)와 다수의 노즐(230)이 마련된다. 상기 인젝터(240)는 도시된 바와 같이 반응챔버(180)의 측벽(183) 내면에 형성된 홈(183a) 내부에 삽입되어 설치될 수 있다.

<69> 상기 가스채널들(221, 222, 223, 224)은 인젝터(240)의 외주면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성된다. 가스채널들(221, 222, 223, 224)은 실린더 형상의 인젝터(240)의 외주면에 아래쪽에서 위쪽으로 가면서 상위 레벨로부터 하위 레벨로 배열된다. 가스채널들(221, 222, 223, 224)의 구체적인 배열 구조는 도 3a에 도시된 배열 구조와 동일하다.

<70> 다수의 노즐(230)은 최하위 레벨의 가스채널들(224) 각각의 양단부로부터 반응챔버(180)의 내부쪽으로 인젝터(240)를 관통하여 형성된다. 그리고, 상기 다수의 노즐(230) 각각의 출구는 인젝터(240)의 내주면에 원주방향을 따라 등간격으로 배열된다.

<71> 도 7에는 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 주입 장치가 도시되어 있다. 도 7에 도시된 제3 실시예는 도 3a에 도시된 가스 주입 장치의 인젝터가 원뿔 형상으로 변형되어 플라즈마 처리 시스템에 적용된 예이다.

<72> 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 주입 장치는, 반응챔버(280)의 상부벽(282) 내면이 원뿔 형상으로 경사진 경우에 적용될 수 있도록 원뿔 형상의 인젝터(340)를 구비한다. 가스 유입구(310)는 반응챔버(280)의 상부벽(282)을 관통하여 설치된다. 상기 인젝터(340)에는 복수의 레벨로 배열된 가스채널들(321, 322, 323, 324)로 이루어진 매니폴드(320)와 다수의 노즐(330)이 마련된다. 상기 인젝터(340)는 반응챔버(280)의 상부벽(282)의 경사진 내면에 밀착되며, 지지부재(350)에 의해 지지된다. 지지부재(350)는 나

사(352)에 의해 상부벽(282)에 고정 설치된다. 한편, 참조부호 286은 플라즈마 소스를 가리키고, 참조부호 288은 진공흡입구를 가리킨다.

<73> 상기 가스채널들(321, 322, 323, 324)은 인젝터(340)의 외측면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성된다. 가스채널들(321, 322, 323, 324)은 원뿔 형상의 인젝터(340)의 경사진 외측면에 아래쪽에서 위쪽으로 가면서 상위 레벨로부터 하위 레벨로 배열된다. 가스채널들(321, 322, 323, 324)의 구체적인 배열 구조는 도 3a에 도시된 구조와 동일하다.

<74> 다수의 노즐(330)은 최하위 레벨의 가스채널들(324) 각각의 양단부로부터 반응챔버(280)의 내부쪽으로 인젝터(340)를 관통하여 형성된다. 그리고, 상기 다수의 노즐(330) 각각의 출구는 인젝터(340)의 내측면에 원주방향을 따라 등간격으로 배열된다.

<75> 도 8에는 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 주입 장치가 도시되어 있다. 도 8에 도시된 가스 주입 장치는 도 7에 도시된 가스 주입 장치와 매니폴드의 형성 위치만 제외하고 나머지 구성은 모두 동일하다.

<76> 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 주입 장치는, 반응챔버(280)의 상부벽(282)을 관통하여 설치되는 가스 유입구(410)와, 반응챔버(280)의 상부벽(282)의 경사진 내면에 밀착 설치되는 원뿔 형상의 인젝터(440)를 구비한다. 상기 인젝터(440)는 나사(452)에 의해 상부벽(282)에 고정 설치된 지지부재(450)에 의해 지지된다. 그리고, 본 실시예에서 매니폴드(420)를 구성하는 복수 레벨의 가스채널들(421, 422, 423, 424)은 인젝터(440)의 외측면이 아니라 반응챔버(280)의 상부벽(282)의 경사진 내면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성된다. 가스채널들(421, 422, 423, 424)의 구체적인 배열 구조는 제3 실시예에서와 동일하다. 이

와 같은 인젝터(440)는 스퍼터링에 대한 저항성을 가진 세라믹과 같은 유전체 라이너(dielectric liner)로 이루어질 수 있다. 이와 같은 인젝터(440)는 최소한의 스퍼터링도 반도체 처리 공정에 심각한 악영향을 미치는 경우에 유용하다.

<77> 다수의 노즐(430)은 최하위 레벨의 가스채널들(424) 각각의 양단부에 대응하는 인젝터(440) 외측면의 소정 위치로부터 반응챔버(280)의 내부쪽으로 인젝터(440)를 관통하여 형성된다. 그리고, 상기 다수의 노즐(430) 각각의 출구는 인젝터(440)의 내측면에 원주방향을 따라 등간격으로 배열된다.

<78> 도 9에는 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 주입 장치가 도시되어 있다.

<79> 도 9를 참조하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 주입 장치는, 도 7에 도시된 것과 동일한 가스 유입구(310)와 원뿔 형상의 인젝터(340)를 구비한다. 그리고, 원뿔 형상의 인젝터(340)에는 복수 레벨의 가스채널들(321, 322, 323, 324)로 구성된 매니폴드(320)와 다수의 노즐(330)이 형성된다. 이들에 대한 상세한 설명은 제3 실시예에서와 동일하므로 생략하기로 한다.

<80> 그리고, 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 주입 장치는 반응챔버(280)의 상부에 설치되어 반응챔버(280)의 중심부쪽으로 반응가스를 주입하는 샤워헤드 방식(showerhead type)의 인젝터(560)를 더 구비한다. 이와 같은 구성에 의하면, 반응챔버(280)의 반경방향의 가스 분배의 균일성이 보다 향상될 수 있다.

<81> 한편, 샤워헤드 방식의 인젝터(560)는 본 발명의 제5 실시예 뿐만 아니라 제1 내지 제4 실시예에도 추가될 수 있다.

<82> 본 발명은 개시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 즉, 본 발명에 따른 가스 주입 장치는 반도체 처리 시스템의 종류, 반응챔버의 형상 및 크기 등에 따라 다양하게 변형되어 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

<83> 이상에서 설명된 바와 같이 본 발명에 따른 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.

<84> 첫째, 가스 유입구로부터 매니폴드를 거쳐 다수의 노즐 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하여 각 노즐을 통해 반응챔버로 주입되는 가스의 압력과 유량이 균일하게 되므로, 반도체 기판의 처리 공정의 균일도가 향상된다.

<85> 둘째, 반응챔버의 크기와 가스 압력 및 유량에 의해 제한을 받지 않고 반응가스의 균일한 분배를 이룰 수 있어서, 대형의 반응챔버를 가진 반도체 처리 시스템에 채용될 수 있다.

<86> 셋째, 본 발명에 따른 가스 주입 장치는 반응챔버의 벽 내면에 밀착되거나 몰입되도록 설치되어 반응챔버 내부쪽으로 돌출된 부분이 없으므로, 이온 플럭스나 마이크로웨이브의 전파를 방해하지 않으며 PECVD, HDP-CVD 및 마그네트론 스퍼터링 시스템 등 다양한 종류의 반도체 처리 시스템에 채용될 수 있다.

<87> 넷째, 다수의 노즐 각각까지 이르는 가스 경로들 사이에 균일한 압력 분포가 이루어져 각각의 가스 경로 내에서 가스 성분들이 균일하게 혼합될 수 있으므로, 하나의 가스 주입 장치를 통해 두 가지 또는 그 이상의 가스 혼합물을 반응챔버 내에 균일하게 분배하여 주입할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

반도체 처리 시스템의 반응챔버 내부로 반응가스를 주입하기 위한 가스 주입 장치에 있어서,

상기 반응챔버의 벽의 내면에 접촉되도록 설치되며, 상기 반응챔버 내부로 반응가스를 분배하여 주입하는 다수의 노즐이 관통 형성된 인젝터;

상기 반응챔버의 벽을 관통하여 설치되는 가스 유입구; 및

상기 반응챔버의 벽과 상기 인젝터 사이에 마련되어 상기 가스 유입구를 통해 유입된 반응가스를 상기 다수의 노즐 각각까지 공급하는 매니폴드;를 구비하며,

상기 매니폴드는 상기 가스 유입구로부터 상기 다수의 노즐 각각까지 이어지는 가스 경로들의 길이가 모두 동일하도록 복수의 레벨로 배열된 가스채널들로 구성되어, 상기 다수의 노즐 각각을 통해 상기 반응챔버 내부로 주입되는 반응가스의 유량이 균일하도록 된 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 복수 레벨의 가스채널들 중 하위 레벨의 가스채널들은 차상위 레벨의 가스채널의 양단부로부터 양쪽으로 동일한 길이를 가진 두 개의 가지로 갈라져 형성되며, 최상위 레벨의 가스채널은 상기 가스 유입구와 연결되는 부위로부터 양쪽으로 동일한 길이를 가진 두개의 가지로 갈라져 형성되고, 최하위 레벨의 가스채널들의 양단부 각각에 상기 노즐이 연결되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 가스채널들은 4 개의 레벨로 배열되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 반응챔버의 벽의 내면에는 홈이 형성되고, 상기 인젝터는 상기 홈 내부에 삽입되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 5】

제 1항에 있어서,

상기 가스채널들은 상기 인젝터의 상기 반응챔버의 벽의 내면과 접촉되는 면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 6】

제 1항에 있어서,

상기 가스채널들은 상기 반응챔버의 벽의 내면에 소정 깊이를 가진 그루브 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 7】

제 6항에 있어서,

상기 인젝터는 유전체 라이너로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 8】

제 7항에 있어서,

상기 유전체 라이너는 세라믹으로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 9】

제 1항에 있어서,

상기 노즐들의 출구들은 상기 인젝터의 상기 반응챔버의 내부를 향한 면에 원주방향을 따라 등간격으로 배열되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 10】

제 1항에 있어서,

상기 인젝터는 평판 링 형상을 가지며, 상기 반응챔버의 상부벽의 저면에 접촉되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 11】

제 11항에 있어서,

상기 가스채널들은 상기 인젝터의 바깥쪽부위에서 안쪽부위로 가면서 상위 레벨에서 하위 레벨로 배열되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 12】

제 1항에 있어서,

상기 인젝터는 실린더 형상을 가지며, 상기 반응챔버의 측벽의 내면에 접촉되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 13】

제 1항에 있어서,

상기 인젝터는 원뿔 형상을 가지며, 상기 반응챔버의 상부벽의 경사진 내면에 접촉되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 14】

제 12항 또는 제 13항에 있어서,

상기 가스채널들은 상기 인젝터의 아래쪽부위에서 위쪽부위로 가면서 상위 레벨에서 하위 레벨로 배열되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 15】

제 13항에 있어서,

상기 인젝터는 상기 반응챔버의 벽에 고정 설치되는 지지부재에 의해 지지되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 16】

제 1항에 있어서,

상기 반응챔버의 상부에 설치되어 상기 반응챔버의 중심부쪽으로 상기 반응가스를 주입하는 샤워헤드 방식 인젝터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【청구항 17】

제 1항에 있어서,

상기 매니폴드를 통과하면서 적어도 두가지의 반응가스가 혼합되고, 혼합된 반응가스가 상기 노즐들을 통해 상기 잉크챔버 내부로 주입되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

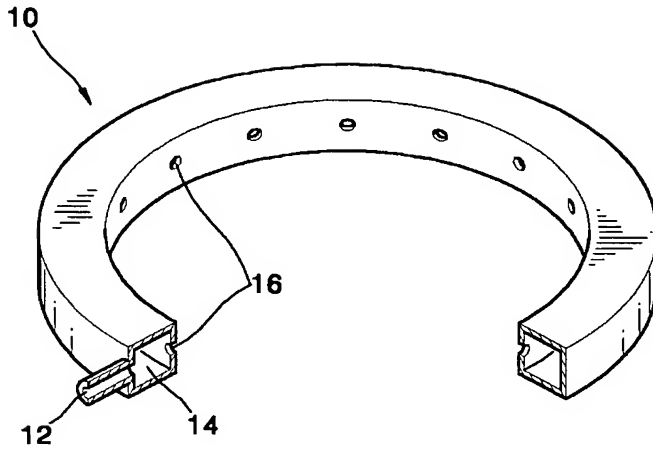
【청구항 18】

제 1항에 있어서,

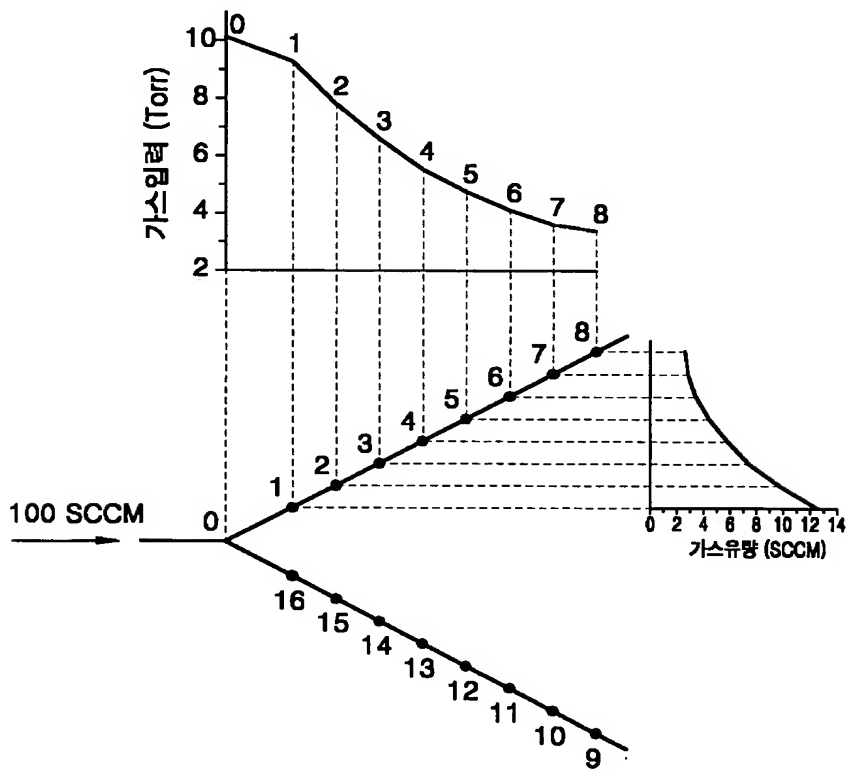
상기 가스 주입 장치는 플라즈마 처리 시스템 또는 마그네트론 스퍼터링 시스템에 채용되는 것을 특징으로 하는 반도체 처리 시스템의 가스 주입 장치.

【도면】

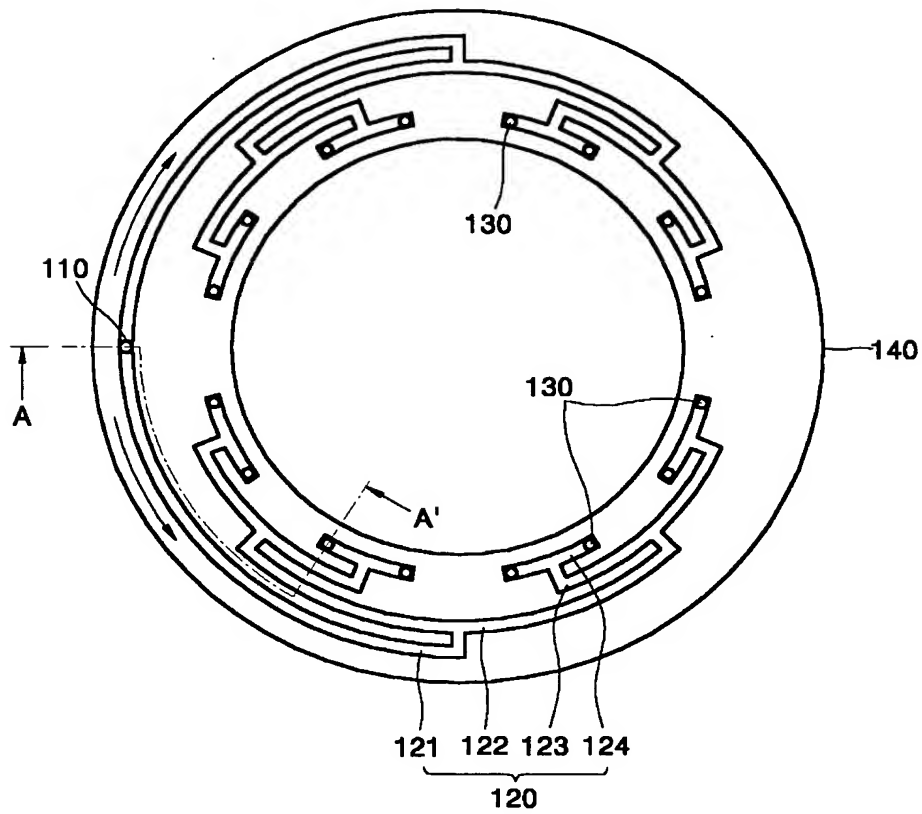
【도 1】



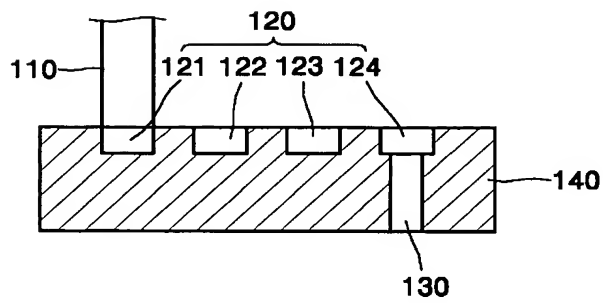
【도 2】



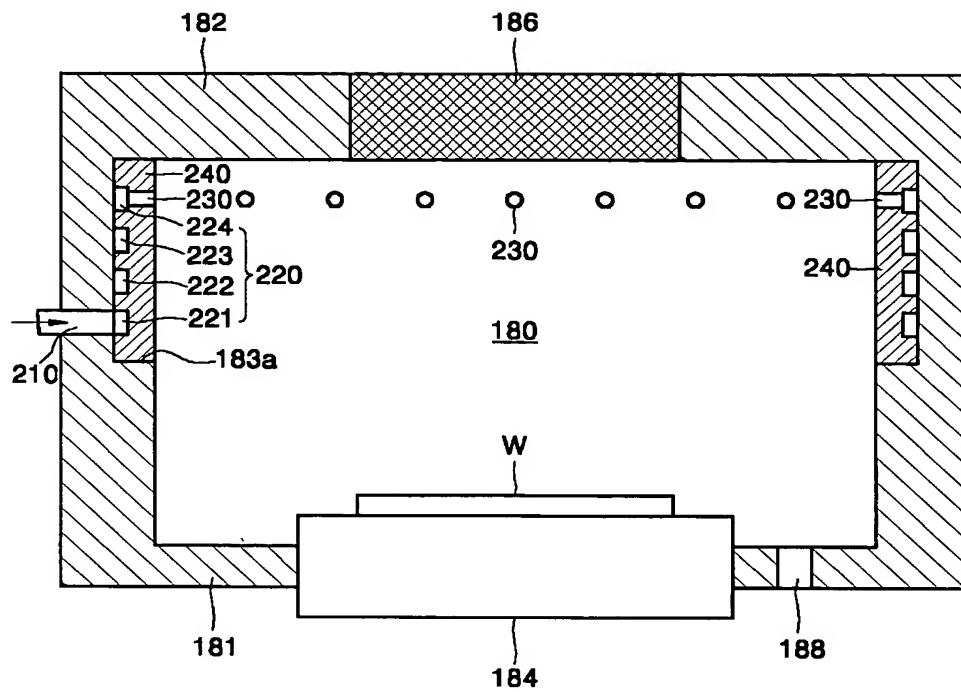
【도 3a】



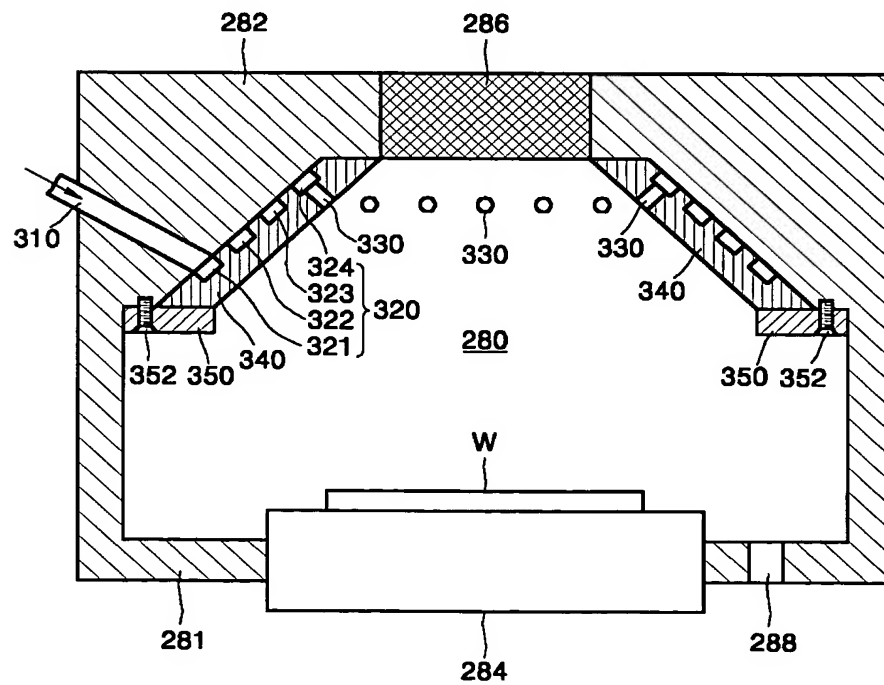
【도 3b】



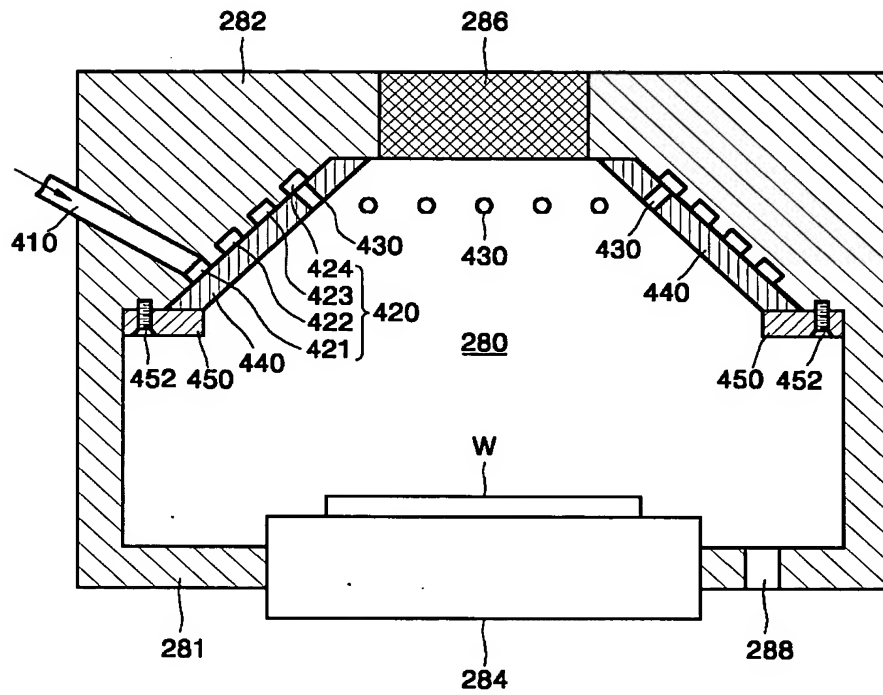
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

